

## KINERJA CAMPURAN ASPAL BERPORI DENGAN MENGGUNAKAN ASPAL POLIMER STARBIT JENIS E-55

Muh. Nashir T<sup>1</sup>, Herman Parung<sup>2</sup>, Nur Ali<sup>3</sup>, Tri Hariyanto<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Doktor Teknik Sipil Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Hasanuddin, email: nashirppisulsel@yahoo.co.id

<sup>2</sup>Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

<sup>3</sup>Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

<sup>4</sup>Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

### ABSTRAK

Permasalahan perkerasan aspal porus dengan gradasi terbuka (*open graded*) secara umum terletak pada nilai struktural perkerasan seperti nilai stabilitas yang masih rendah dibandingkan dengan perkerasan dengan gradasi rapat (*dense graded*). Penelitian ini secara umum bertujuan untuk mengetahui kinerja perkerasan campuran aspal berpori dengan menggunakan aspal polimer Starbit jenis E-55. Metode penelitian dilakukan dengan penentuan komposisi campuran agregat dengan analisis Metode Pemampatan Kering (MPK) agar kepadatan maksimum (*maximum density*) dapat tercapai. Analisis model resapan campuran aspal berpori dilakukan dengan metode *falling head permeability (FHP)* dimana air di dalam tabung (*stand pipe*) jatuh bebas dengan ketinggian tertentu sampai melewati rongga pada campuran aspal berpori. Analisis kinerja fungsi kekuatan campuran aspal berpori dilakukan dengan metode Marshall dengan membandingkan hasil pengujian dengan parameter seperti *stability* dan *cantabro loss*. Hasil penelitian melahirkan gradasi versi terbaru dengan memanfaatkan agregat lokal Sungai Jeneberang Provinsi Sulawesi Selatan. Hasil uji kinerja campuran memenuhi standar parameter yang ada, seperti nilai stabilitas >756 kg, nilai porositas: 20,18%, nilai *flow*: 3,58 mm, nilai *cantabro loss* 14,20%, *permeability*: > 0,23 cm/det, *binder drain down* 0,05%. Penelitian ini menyimpulkan bahwa campuran aspal berpori gradasi terbuka dengan menggunakan aspal polimer starbit E-55 memiliki nilai struktural sesuai dengan standar yang ada.

**Kata kunci:** *open graded*, aspal, polimer

### 1. PENDAHULUAN

Perkerasan dengan aspal konvensional (*dense graded*) berkinerja cukup baik, terutama dengan nilai struktural dalam hal stabilitas. Disisi lain, perkerasan tersebut juga mengalami banyak persoalan, seperti terjadinya *aquaplaning* sehingga jalan cukup licin serta tingkat kekasaran permukaan jalan yang relatif kurang. Konstruksi perkerasan aspal porus merupakan salah satu alternatif dari perkerasan lentur (*flexible pavement*) dengan tujuan memberikan keleluasaan air melakukan penetrasi ke dalam lapisan permukaan atas (*surface layer*) secara vertikal dan horizontal serta menyalurkannya dalam sistem drainase perkerasan. Perkerasan aspal porus memiliki banyak keuntungan bagi pengguna jalan dan lingkungan, seperti fungsi drainase dan menjaga keselamatan serta mengurangi tingkat kebisingan (Sugeng B, 2003). Menurut Ary Setiawan (2005), lapisan perkerasan aspal porus menggunakan gradasi terbuka (*open graded*) yang dihamarkan diatas lapisan aspal yang kedap air. Penelitian dilakukan oleh Kuijpers A dan Bolkland V pada tahun 2000 yang memodelkan secara optimasi perkerasan aspal porus dapat mereduksi kebisingan (*noise reduction*). Perkerasan aspal porus menghasilkan rongga udara antara 10%-25%, konduktivitas hidrolis jauh lebih baik, mengurangi tingkat kebisingan permukaan serta sifat gesekan

yang tinggi (Pablo, E B, 2001). Penerapan perkerasan aspal porus dengan tujuan untuk memberikan *skid resistance*, terutama pada musim hujan yang secara nyata lebih baik dari perkerasan aspal bergradasi rapat. Potensi *aquaplaning* jauh berkurang pada kecepatan mengemudi normal dan terjadi peningkatan *visibilitas*. Sebagian besar jalan yang menggunakan aspal konvensional menjadi cepat rusak serta memerlukan pemeliharaan yang cukup intensif. Sebagai alternatif lain terdapat berbagai macam aspal modifikasi yang salah satunya dibuat dengan campuran polimer (dikenal sebagai aspal polimer; *PMA Polymer Modified Asphalt*; *PMB Polymer Modified Bitumen*). Dengan menggunakan aspal polimer diharapkan kinerja pelayanan perkerasan beraspal yang makin baik. Dengan perencanaan dan pelaksanaan yang baik serta pemeliharaan sesuai waktu yang ditentukan, jalan beraspal tidak hanya tahan untuk semua kebutuhan, tetapi juga memberikan standar yang lebih baik/tinggi untuk keselamatan dan kenyamanan pengguna jalan. Salah satu peran utama polimer/elastomer dalam aspal polimer adalah untuk meningkatkan ketahanan aspal terhadap deformasi permanen pada temperatur tinggi tanpa merugikan sifat aspal atau bitumen pada temperatur lainnya. Hal ini dapat dicapai melalui pengurangan regangan permanen. Mekanisme pengurangan regangan diperoleh melalui dua cara; yakni *pertama* dengan membuat aspal lebih kaku sehingga respon total *visco-elastis* berkurang, dan *kedua* dengan meningkatkan komponen elastis bitumen sehingga mengurangi komponen *viscous*-nya. Aspal polimer Starbit dapat digunakan untuk berbagai tipe lapis perkerasan lentur, seperti *base*, *binder*, maupun *wearing course*, dengan berbagai tipe gradasi batuan, seperti *dense graded*, *open graded*, *chip seal* dan perkerasan aspal lainnya.

## 2. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan penelitian yang ingin dicapai dapat dikemukakan sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui kinerja fungsi kekuatan campuran aspal berpori dengan menggunakan jenis aspal polimer Starbit E-55.
2. Untuk mengetahui kinerja fungsi resapan campuran aspal berpori dengan menggunakan jenis aspal polimer Starbit E-55.

## 3. KAJIAN PUSTAKA

### **Gradasi terbuka campuran aspal porus (*open graded porous asphalt*)**

Gradasi terbuka pada perkerasan aspal porus telah dikembangkan di beberapa negara, terutama di negara Amerika Serikat. Untuk gradasi agregat *Porous Friction Courses (PFc)* berdasarkan Tipe OGPA New Zealand (Fletcher E, 2011) dapat dilihat pada tabel 1.

### **Parameter kinerja perkerasan aspal porus**

Parameter kinerja perkerasan aspal porus adalah ukuran yang membatasi atau tolok ukur kinerja (*performance*) dari perkerasan aspal porus. Parameter kinerja juga dapat diartikan sebagai besaran terukur dari karakteristik yang menjadi penilaian *performance* yang dibandingkan dengan parameter standar yang menjadi tolok ukur capuran aspal porus (Nur Ali, 2012). Pada tahun 2002 *Australian Road Standard* melaporkan standar perkerasan campuran aspal porus dengan berbagai parameter pada tabel 2.

**Tabel 1.** Tipe OGPA New Zealand (Fletcher E, 2011)

Sieve PFC Gradation	Gradasi "A"	Gradasi "B"
	19 mm(3/4-inch) max	12,5 mm(1/2-inch) max
3/4 - 19.0 mm	100	
1/2 - 12.7 mm	70-100	100
3/8 - 9.5 mm	35-75	100
No.4 / 4.75 mm	25-40	80-100
No.8 / 2.36 mm	10-20	10-20
No.30/0.060 mm	3-10	3-10
No.200/0.075 mm	0-5	0-5

### Karakteristik Marshall

Kinerja aspal porus diperoleh melalui hasil pengujian *Marshall Test* yang meliputi kinerja *stability*, *flow*, *VIM*, *VMA*, *Marshall Quotient* dan *Marshall Immertion*. Spesifikasi *open graded porous asphalt* dibatasi pada nilai-nilai pada tabel 2.

**Tabel 2.** Spesifikasi aspal porus

<i>Performance</i>	<i>Standar</i>
<i>Stability</i>	> 500
<i>Flow</i>	2-6 mm
<i>Void in Mix</i>	10% - 25%
<i>Marshall Quotient</i>	>200 kg/mm

Sedangkan untuk standar yang disyaratkan terkait standar kinerja fungsi aspal porus dapat dilihat pada tabel 3.

**Tabel 3.** Specification for porous asphal, Australian road standar (2002)

<i>Performance</i>	<i>Standar</i>
<i>Permeability</i>	> 0,01 cm/dt
<i>Porositas</i>	10-30%
<i>Cantabro Loss</i>	<15%
<i>Binder Drain Down</i>	<0,3%

### Kinerja Porositas

Porositas adalah kandungan rongga dalam campuran yang sangat dipengaruhi oleh jumlah agregat kasar yang digunakan dalam perkerasan aspal porus. Gradasi dan ukuran butir, akan berpengaruh pada rongga dan jenis rongga yang terbentuk pada campuran, (D. Sarwono dan A.K. Wardhani, 2007). Nilai porositas dihitung menggunakan rumus densitas yang menunjukkan kepadatan campuran aspal porus, seperti ditunjukkan dalam persamaan 1.

$$D = 4M_a / \pi d^2 L \dots\dots\dots (1)$$

dimana,

D = Densitas spesimen (gr/cm<sup>2</sup>),

d = Diameter spesimen (cm)

M<sub>a</sub> = Berat spesimen di udara (gr)

L = Rata-rata tebal spesimen (cm)

*Spesific Grafity* Campuran, menunjukkan berat jenis campuran, yaitu:

$$SG_{mix} = \frac{100}{\frac{\%W_a}{SG_a} + \frac{\%W_f}{SG_f} + \frac{\%W_b}{SG_b}} \dots\dots\dots (2)$$

dimana,

$SG_{mix}$  = Spesific Gravity campuran (gr/cm<sup>3</sup>)

$\%W$  = % Berat tiap komponen

$SG$  = Spesific Gravity komponen (gr/cm<sup>3</sup>)

Porositas (P)/ *Void in mix* (VIM), benda uji dihitung berdasarkan densitas dan *spesific gravity* dari benda uji yang dipadatkan, dinyatakan dalam %:

$$P = \{ 1 - (D / SG_{mix}) \times 100 \} \dots\dots\dots (3)$$

### Kinerja Permeabilitas

Permeabilitas adalah kemampuan media yang porus untuk mengalirkan fluida (D. Sarwono dan A.K. Wardhani, 2007). Setiap material dengan ruang kosong diantaranya disebut porus, dan apabila ruang kosong itu saling berhubungan maka ia akan memiliki sifat permeabilitas. Maka batuan; beton; tanah; dan banyak material lain dapat merupakan material porus dan permeabel. Material dengan ruang kosong yang lebih besar biasanya mempunyai angka pori yang lebih besar pula (Bowles, JE 1986). Semakin besar proporsi agregat kasar maka nilai koefisien permeabilitasnya juga semakin besar. Semakin banyak agregat kasar maka penguncian antar partikel akan berkurang, yang mengakibatkan banyaknya rongga udara yang terjadi. Sehingga koefisien permeabilitasnya akan besar dan dapat mengalirkan air dengan baik dari rongga yang ada. Koefisien permeabilitas aspal dihitung berdasarkan Hukum Darcy (Kandall dan Mallick, 2001). Metode untuk mengukur besarnya permeabilitas yaitu *falling head permeability (FHP)* dimana air di dalam tabung (*stand pipe*) jatuh bebas dengan ketinggian tertentu sampai melewati rongga pada campuran aspal porus. Metode lain untuk mengukur permeabilitas yaitu *constant head permeability (CHP)*, (Takahashi & Part, 1999). Permeabilitas vertikal dan horizontal dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$K = 2,3 a.l / A.t \times (\log h_1 / h_2) \dots\dots\dots (4)$$

Dimana :

$K$  = Koefisien permeabilitas air

$a$  = Luas potongan melintang tabung (cm<sup>2</sup>)

$l$  = Tebal specimen (cm)

$A$  = Luas potongan specimen

$t$  = Waktu yang dibutuhkan untuk mengalir dari  $h_1$  ke  $h_2$  (detik)

### Kinerja cantabro loss

*Cantabro loss* adalah proses berkurangnya berat sampel akibat pengaruh tumbukan yang terjadi dalam mesin *Los Angeles Abrasion Test*. Nilai *Cantabro Loss* meningkat sesuai dengan peningkatan proporsi agregat kasar. Hal ini terjadi karena bertambahnya proporsi agregat kasar akan mengakibatkan kurang kuatnya ikatan antar butiran.

### Kinerja aspal polimer starbit

Starbit diproduksi dalam beberapa *grade* untuk memenuhi kebutuhan lapangan yang beragam. Untuk kemudahan bagi pengguna *grade* dikelompokkan berdasarkan titik lembeknya (*softening point*), yakni Starbit E-55, Starbit E-60 dan Starbit E-70, yang masing-masing memiliki titik lembek minimum sebesar 55 C, 60 C dan 70 C.

Sifat sifat yang meningkat dibanding dengan aspal konvensional adalah *elastic recovery*, indeks penetrasi, dan kestabilan penyimpanan juga meningkat sesuai dengan meningkatnya *grade* Starbit. Bahan aspal polimer adalah aspal polimer Starbit (saat ini diasumsikan dari grade E-55).

#### 4. METODE PENELITIAN

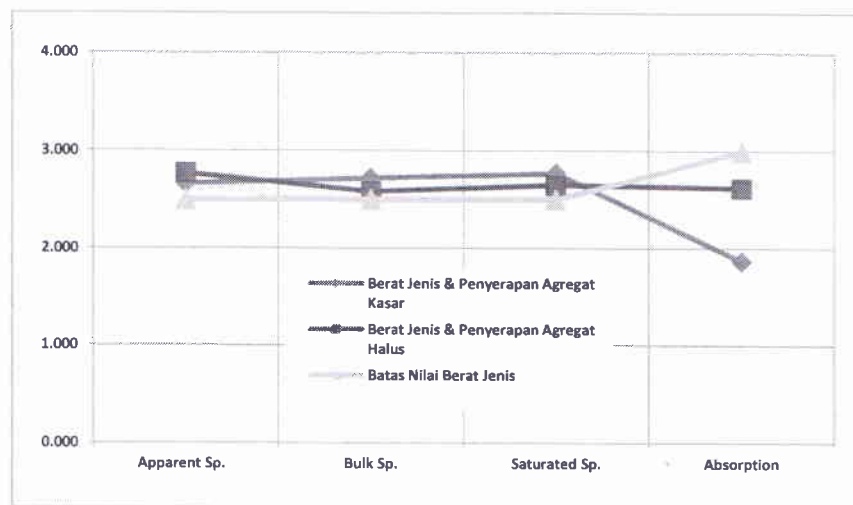
Metode penelitian yang dilakukan dapat digambarkan sebagai berikut :

1. Penentuan komposisi campuran agregat dengan analisis Metode Pemampatan Kering (MPK) agar kepadatan maksimum (*maximum density*) dapat tercapai.
2. Kinerja fungsi resapan campuran aspal berpori dilakukan dengan metode *falling head permeability (FHP)* dimana air di dalam tabung (*stand pipe*) jatuh bebas dengan ketinggian tertentu sampai melewati rongga pada campuran aspal berpori.
3. Kinerja fungsi kekuatan campuran aspal berpori dilakukan dengan metode Marshall dengan membandingkan hasil pengujian dengan parameter seperti *stability* dan *cantabro loss*.

#### 5. HASIL PENELITIAN

##### Pengujian karakteristik agregat

Hasil pengujian terhadap karakteristik agregat kasar dan agregat halus memenuhi standar yang telah ditetapkan, sehingga agregat tersebut dapat digunakan untuk campuran aspal berpori. Hasil untuk nilai berat jenis dapat dilihat pada gambar 1. Sedangkan untuk gradasi gabungan dapat dilihat pada gambar 2.

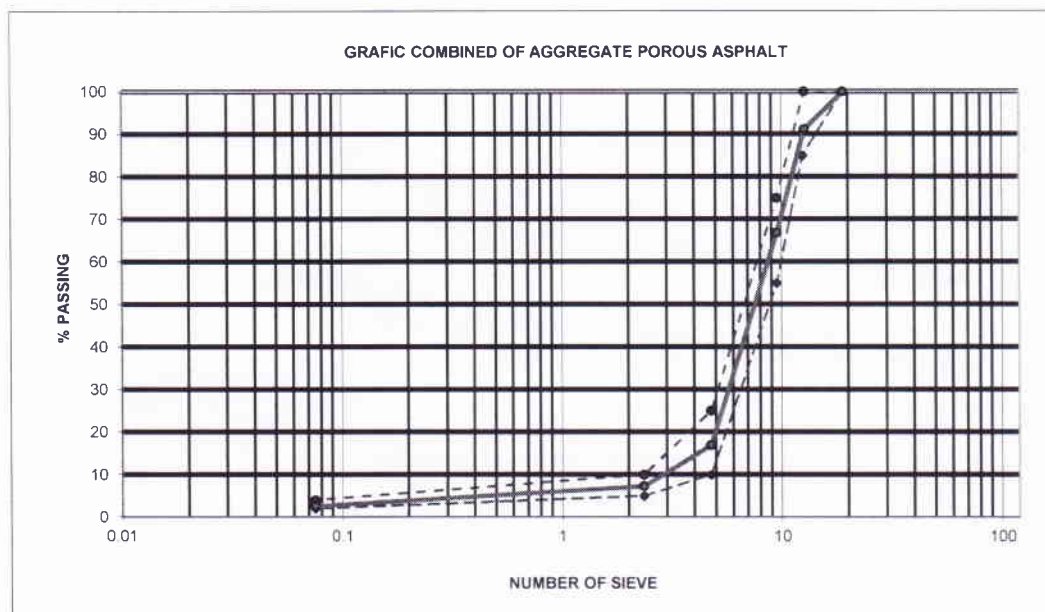


Gambar 1. Berat jenis agregat



**Tabel 1.** Rekapitulasi hasil karakteristik agregat

No	Karakteristik	Standar Pengujian	Persyaratan	Hasil	Keterangan
<b>A. Agregat Kasar</b>					
1	Penyerapan air	SNI 03-1969-1990	maks. 3%	1,76%	Memenuhi
2	Berat Jenis	SNI 03-1970-1990	min. 2,5 gr/cc	2,612	Memenuhi
3	Abrasi dgn mesin Los Angeles	SNI 03-2417-1991	maks. 40%	21,63%	Memenuhi
4	Kelekatan agregat thdp aspal	SNI 03-2439-1991	min. 95%	98%	Memenuhi
5	Partikel pipih	ASTM D-4791	maks. 25%	18,93%	Memenuhi
6	Soundness test	ASHTO T104.74	Maks. 7	5,26	Memenuhi
<b>B. Agregat Halus</b>					
1	Penyerapan air	SNI 03-1969-1990	maks. 3%	2,43%	Memenuhi
2	Berat Jenis	SNI 03-1970-1990	min. 2,5gr/cc	2,548	Memenuhi
3	Nilai setara pasir	AASHTO T-176	min. 50%	74,51%	Memenuhi
<b>C. Filler</b>					
1	Berat jenis	SNI 03-970-1990	-	2,528	Memenuhi



**Gambar 2.** Gradasi gabungan

Dari hasil gabungan agregat diperoleh grafik yang memenuhi batas-batas toleransi yang ada. Hasil design gradasi tersebut kemudian dilakukan mix design dan membuat bricket uji dengan variasi kadar aspal mulai dari 4,5% sampai dengan variasi 6,5%.

#### Hasil pengujian bahan pengikat (aspal)

Bahan aspal yang digunakan dalam penelitian ini adalah aspal polimer Starbit dengan jenis grade E-55. Kepekaan aspal terhadap perubahan temperatur dapat diketahui dengan jelas bila sifat aspal dinyatakan dalam Indeks Penetrasinya (IP). Nilai IP

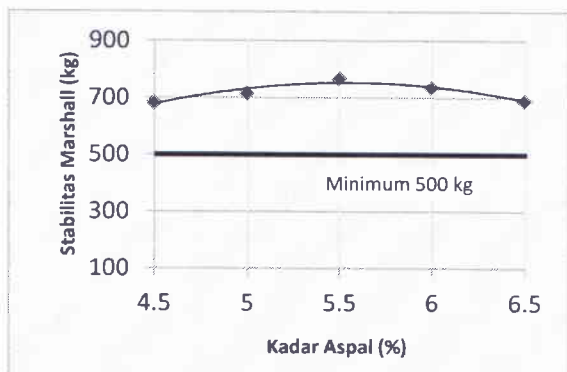
aspal berkisar antara -3 sampai +7, aspal dengan nilai IP yang tinggi lebih tidak peka terhadap perubahan temperatur dan sebaliknya. Selain itu, nilai IP aspal dapat juga digunakan untuk memprediksi kinerja campuran beraspal, aspal dengan IP yang tinggi akan menghasilkan campuran beraspal yang memiliki modulus kekakuan dan ketahanan terhadap deformasi yang tinggi pula. Hasil pengujian aspal secara lengkap dapat dilihat pada tabel 6.

**Tabel 6.** Hasil pengujian aspal polimer E-55

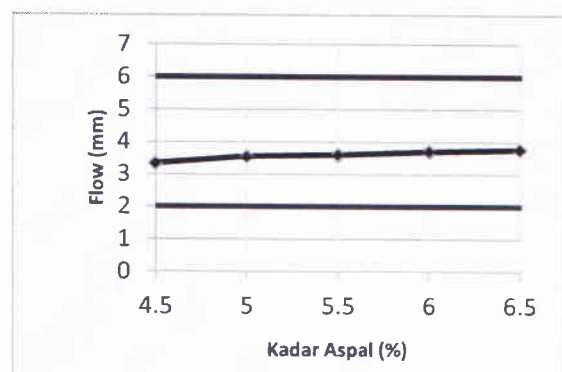
No.	Jenis Pengujian	Hasil	Standar	Nilai IP
1.	Penetrasi, 25 °C, 100 gr, 5 detik; 0,1 mm	60,70	Min. 50-80	Nilai Indeks Penetrasi diperoleh dari Nomograph (Shell, 1995) untuk memperkirakan nilai IP Aspal – Pen Vs TL sebesar 0,8.
2.	Titik Lembek; °C	54,23	Min. 54	
3.	Titik Nyala; °C	321	Min. 225	
4.	Daktilitas, 25 °C; cm	>114,3	Min. 50	
5.	Berat jenis	1,038	Min. 1,0	
6.	Stabilitas Penyimpanan pada 163 °C selama 48 jam - Perbedaan Titik Lembek; °C	0,3	Maks. 2	
7.	Kelarutan dalam Trichlor Etylen; % berat	99,6	Min. 99	
8.	Penurunan Berat (dengan TFOT); berat	0,272	Max. 1,0	
9.	Perbedaan Penetrasi setelah TFOT; % asli	18,05	Max. 40	
10.	Perbedaan Titik Lembek setelah TFOT; % asli	4,50	Max. 6,5	

### Hasil Test Marshall

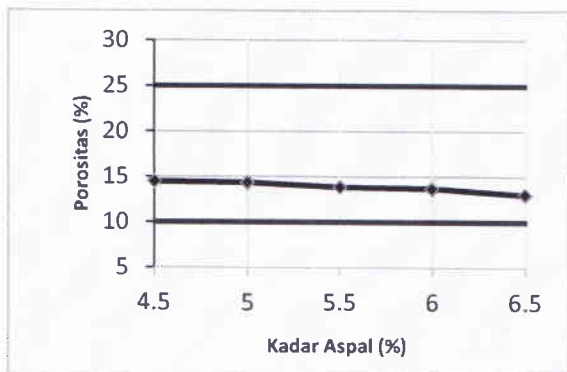
Hasil pengujian dengan metode Marshall dapat dilihat pada gambar 3 sampai dengan gambar 10.



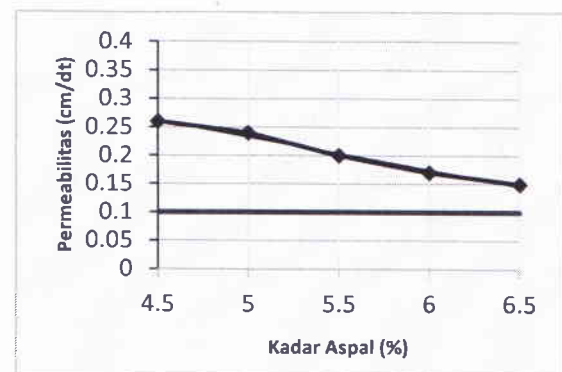
**Gambar 3.** Hubungan Stabilitas vs KA



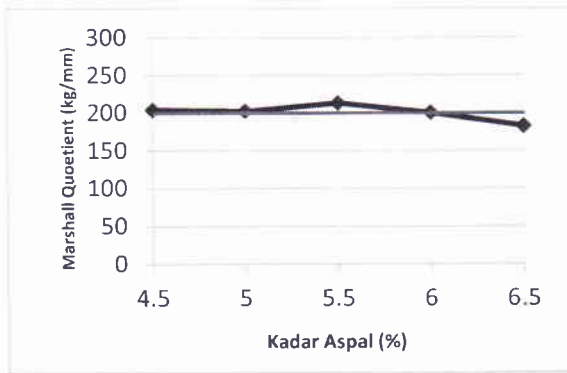
**Gambar 4.** Hubungan Flow vs KA



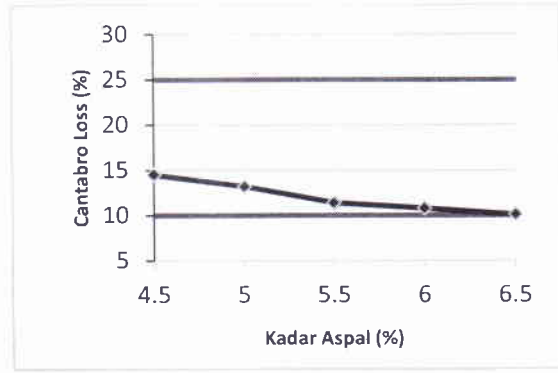
**Gambar 5.** Hubungan Porositas vs KA



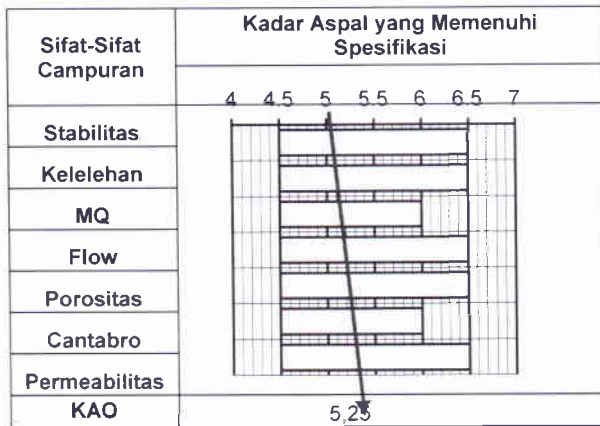
**Gambar 6.** Hubungan Permeabilitas vs KA



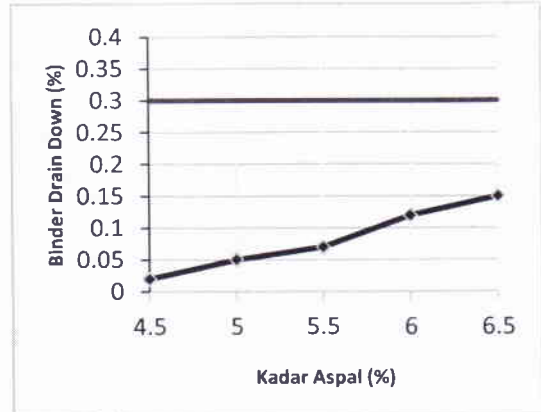
**Gambar 7.** Hubungan MQ vs KA



**Gambar 8.** Hubungan Cantabro Loss vs KA



**Gambar 9.** Kadar Aspal Optimum (KAO) **Gambar 10.** Hub. Binder Drain Down vs KA



### Rekapitulasi hasil pengujian campuran aspal berpori

Untuk pengujian kinerja campuran aspal berpori dengan kadar aspal optimum 5,25% secara keseluruhan dapat dilihat pada tabel 4.

**Tabel 4.** Rekapitulasi hasil pengujian campuran aspal berpori

Deskripsi	Satuan	Hasil Pengujian	Spesifikasi
Asphalt Content	%	5,25	4,5-6,5
Stability	kg	756	Min 500
Porosity	%	20,18	10-30
Flow	mm	3,58	2-6
Marshall Quotient	kg/mm	210,25	min 200
Binder Drain Down	%	0,05	0,2-0,3
Cantabro Loss	%	12,76	< 25%
Permeability	cm/dt	0,23	> 0,01

## 6. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian parameter perkerasan campuran aspal berpori dengan menggunakan aspal strabit jenis E-55 menunjukkan nilai yang memenuhi standar spesifikasi yang ada.



## DAFTAR PUSTAKA

1. AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials). 1998. *Standard Specifications for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing Part I: Specifications*, 19th edition. Washington.
2. Austroad. 2005. *Rural Road Design. Guide to The Design of Rural Roads*. Melbourne.
3. Bendtsen H. 1999. *Development of noise reducing pavements for urban roads*. VD Notat 66. Copenhagen: Road Directorate. Denmark
4. Cabrera, J.G, and Hamzah, M.O. 1994. Aggregate Grading Design For Porous Asphalt". In Cabrera, J.G. & Dixon, J.R. (eds), *Performance and Durability of Bituminous Materials. Proceeding of Symposium, University of Leeds*. London.
5. Fletcher E, and A.J, Theron. 2011. *Performance of open graded porous asphalt in New Zealand*. MWH. Ltd, Hamilton, New Zealand.
6. Kandhal S, Prativi., & B, Mallick., Rajib. 1998. *Open Graded Asphalt Friction Course State Practice*", Auburn University. Alabama.
7. Kuijpers A., and Bolkland V.G. 2000. *Modeling and Optimization of Two-Layer Porous Asphalt Roads*. Hertogenbosh. Netherlands.
8. Nur Ali, 2012. *Kajian Eksperimental Aspal Porus Menggunakan Liquid Asbuton Sebagai Bahan Pengikat Substitusi Pada Lapis Permukaan Jalan*. Penelitian Disertasi tidak diterbitkan. Makassar: Program Pascasarjana Unhas.
9. Sarwono D., dan A.K. Wardhani. 2007. Pengukuran Sifat Permeabilitas Campuran Porous Asphalt. *Jurnal Media Teknik Sipil*. Juli 2007/131. UNS. Surakarta.
10. Setyawan A., Zoorob, S.E., Hassan, K.E. 2001. Design and Investigation of The Properties of High Deformation Resistance Slurry Filled Porous Asphalt Mixes (SFPA). *Jurnal Penelitian Media Teknik Sipil*. Edisi Juli 2001. Tahun ke 1, No 2, pp.30.
11. Setyawan Ary., Sanusi. 2008. Observasi Properties Aspal Porus Berbagai Gradasi Dengan Material Lokal. *Jurnal Media Teknik Sipil*. Surakarta.
12. Shell, 1995, "*The Shell Bitumen Industrial Handbook*", Shell Bitumen, UK.
13. Sugeng B., et al. 2003. Laboratory Performance Of Porous Asphalt Mixture Using Tack Super. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*. Vol.5., October.
14. Takahashi, Shigekhi & Partl, Manfred, 1999. "*Improvement of Mix Design For Porous Asphalt*". EMPA Uberlandstrasse 129 CH-8600 Dubendorf.